

文章编号: 1006-7736(2012)03-0011-04

基于 ECDIS 的船舶一大风浪区动态显示系统^{*}

范中洲¹, 刘大刚¹, 刘 涛¹, 李 康¹, 潘明阳¹, 吴兆麟¹, 罗红红², 张春红³

(1. 大连海事大学 航海学院, 辽宁 大连 116026; 2. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038;

3. 中国船舶工业集团公司 船舶系统工程部, 北京 100036)

摘要: 使用天津海洋中心气象台开发的 WRF 模式中尺度数值天气预报平台计算的风场、海浪场和海流场的 48 h 预报数据, 研究开发基于 ECDIS 平台的船舶一大风浪海区等水文气象信息的动态显示系统. 该系统可实现 48 h 内逐小时的船位一大风浪区的动态跟踪显示, 并可作为进一步开发特定船舶航行安全预评估的基础, 具有较好的实际应用前景.

关键词: 气象安全; 电子海图显示与信息系统(ECDIS); 船舶安全; 大风浪区; 动态显示

中图分类号: U675.8

文献标志码: A

Dynamic display system of vessel-rough sea area based on ECDIS

FAN Zhong-zhou¹, LIU Da-gang¹, LIU Tao¹, LI Kang¹,PAN Ming-yang¹, WU Zhao-lin¹,LUO Hong-hong², ZHANG Chun-hong³

(1. Navigation College, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China;

2. Institute of Scientific and Technical Information of China,

Beijing 100038, China; 3. Systems Engineering Research Institute of CSSC, Beijing 100036, China)

Abstract: This paper develops an electronic chart display and information system (ECDIS)-based dynamic ship-heavy seas and other marine meteorological information display system with the output of 48 h forecast data on winds, seas and sea currents using the WRF model mesoscale numerical weather prediction developed by Tianjin Central Marine Observatory. With the capacity of hourly tracing and dynamic display of ship-heavy seas areas, the system has a good application prospect and can be the base for further research on pre-assessment on navigation safety for specific ships.

Key words: meteorological safety; electronic chart display and information system (ECDIS); safety navigation; rough sea area; dynamic display

1 ECDIS 功能概述

在 ECDIS 平台下大风浪等水文气象信息的动态显示系统所使用的电子海图平台符合 IHO 国际标准, 具有综合快速查询、显示和标绘功能, 响应时间不大于 1 s, 可根据气象部门提供的大风浪预报信息和最新的观测结果, 自动生成中国沿海各海区的风场、海浪场和海流场, 并实现每小时一次的动态显示^[1].

针对具体船舶, 可根据当时和预报的大风和海浪状态及预选航线, 对所关注的船舶进行逐小时的动态跟踪显示, 可为航运安全管理决策人员保障大风浪中航行船舶的安全提供可视化的决策辅助参考. 此外, 在该系统基础上, 还可以进一步开发具有安全评价功能的软件, 为各种专门船舶提供有针对性的综合安全评价工具^[2].

2 水文气象信息来源

2.1 WRF 模式组成的中尺度数值预报平台

WRF 模式系统是美国气象界联合开发的新一代中尺度预报模式和同化系统. 该模式采用高度模块化、并行化和分层设计技术, 集成了迄今为止在中尺度方面的研究成果. 模拟和实时预报试验表明, WRF 模式系统在预报各种天气中都具有较好的性能, 特别在精细的中小尺度天气系统的预报上具备极佳表现, 因此具有广阔的应用前景^[3]. 引进开发并使用 WRF 模式系统, 可以跟上数值预报的主流发展进程, 为提高预报水平提供技术支撑.

北京大学结合中国实际对 WRF 模式系统进行了再开发和改进, 耦合了 ADAS 数据同化系统, 并从

^{*} 收稿日期: 2012-03-19.

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2009BAG18B03); 国家公益性行业科研专项项目(GYHY201006034).

作者简介: 范中洲(1970—), 男, 博士, 副教授, 船长. E-mail: ffzz101@163.com.

2007 年冬季开始准业务运行中国地区的 WRF 数值模拟系统,其主要目的用于教学和科研,同时也为气象、民航等相关部门提供参考^[4]。

2.2 ADAS 同化方案

ADAS 同化方案是由 Oklahoma 州立大学国家强风暴试验室(CAPS)开发的一套气象数据分析与同化系统,目的主要是为数值模式提供初始场^[5]。

目前,同化方法主要有三维变分(3D-VAR)、四维变分(4D-VAR)、集合卡尔曼滤波(EnKF)等,4D-VAR 和 EnKF 的计算代价太大,难以在基层台站应用;对 3D-VAR 和统计(或最优)内插方案(OI 方案)而言,两者在业务试验中能达到类似效果,而 OI 的处理速度较 3D-VAR 更快些^[6]。

ADAS 采用收敛于 OI 的 Bratseth 方案同化地面及探空高空观测资料,这是一种连续迭代的方法,因为不需要巨大的计算矩阵,迭代方法能够大大节省计算时间,在每一次迭代结束后都可进行稳定性等平衡的调整,同时在数次迭代之后可引入新的更多的观测数据进行再次迭代,ADAS 资料同化系统的架构如图 1 所示。

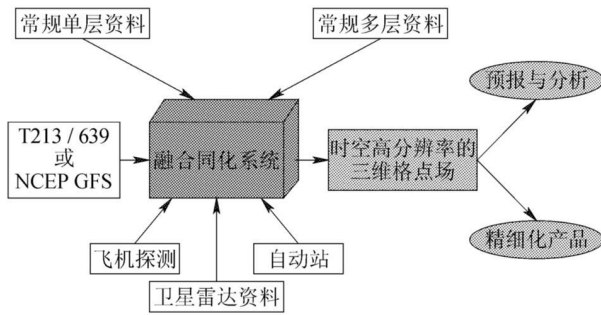


图 1 ADAS 资料同化系统架构

Fig. 1 Framework of ADAS data assimilation system

3 水文气象信息的显示功能

3.1 资料来源

本系统使用的水文气象信息数据来自负责中国北方海洋气象预警报的天津海洋中心气象台,是在全球海浪数值预报系统基础上开发的覆盖中国近海范围和黄、渤海范围的区域精细海浪数值预报试验系统,使用 WRF 中尺度模式 15 km 分辨率的区域风场预报,驱动区域海浪模式 WAVEWATCH III,进行模式的连接匹配及各项参数设置^[7],引进了分辨率分别为 15 km、5 km 的海底地形数据并进行处理,进行模式的区域嵌套处理,使用全球海浪模式为中国近海海浪模式提供侧边界条件,使用中国近海海浪模式为黄渤海范围海浪模式提供侧边界条件。

资料范围为 125°E 以西、33.5°N 以北,风、浪和海流的预报时效均为 72 h,时间分辨率均为 1 h,计算结果输出时间间隔均为 12 h,每天在北京时间的下午 2 点和凌晨 2 点进行更新。

各要素预报结果的空间分辨率不尽相同,风场输出数据的空间分辨率为 9 km × 9 km;海浪场输出数据的空间分辨率为 0.1° × 0.1°;海流场输出数据的空间分辨率为 10 km × 10 km。

3.2 水文气象数据的解析和加载

气象数据包括 MM5 模式风压场数据、MM5 模式风浪数据和潮流数据以及插值得到的 wavewatch 网格模型数据,主要以数据文件的形式进行组织和存储,其中,MM5 风压场数据采取文本文件的形式进行存储,具体来说,存储大模型风压场的气压、风速分量 u 、风速分量 v 的文件;存储小模型风压场的气压、风速分量 u 、风速分量 v 的文件;大模型风场格点 210 × 150,小模型风场格点 141 × 141。

潮流大模型和小模型格点坐标以文本文件形式分别存储于 2 个文件中,大模型网格格点为 78 × 61,小模型格点为 121 × 161。

内存映射文件技术是 Windows 操作系统为文件数据存取提供的一种存取机制,利用该技术,系统可以在 2GB 地址空间中为文件保留一部分空间,将文件映射到该保留空间,文件被映射后,操作系统将接管页映射、缓冲及高速缓冲等任务,而不需调用分配、释放内存块和文件输入/输出函数,也不需要自己提供任何缓冲算法,因此,在 Windows 系统中,对于大数据量文件的读取,内存映射文件技术可以“分配”出一块足够大的内存空间来满足请求。

本文在基础平台中实现了如下代码所示的内存映射文件类,通过调用该类方法可以实现海量气象数据文件的快速打开、关闭以及数据的快速加载。

3.3 水文气象要素建模及特征可视化

本文采用中国习用的风标和浪向显示绘制方式建立风标模型,并将该模型的实现封装到动态链接库中,通过加载动态链接库便可以调用其中的方法实现风标的绘制,风标和浪向模型的实现被封装放到动态链接库中,通过如下所示接口可以在系统中方便地进行风标和浪向的绘制以及显示效果的调整。

潮流模型类似于浪向模型,可以通过杆长、翼长、线宽以及颜色等参数的设定与浪向模型加以区分。

在水文气象要素数据中,风速和海浪的数据均

是以离散网格的形式进行组织和存储的, 为更好地显示其规律, 必须利用基于网格的等值线追踪算法来绘制其等值线. 水文气象要素数据本身是以经纬网格的形式进行组织的, 因此对于基于这些数据的等值线绘制可以自然地采用矩形网格追踪算法.

水文气象要素的等值线可以很好将离散数据的规律进行可视化, 但是在电子海图背景中, 由于海图界面本身已经含有大量水深线和河流等物标符号, 单纯的等值线形式显得不够直观, 甚至会产生混淆, 导致用户难以区分诸多不同线条的具体含义. 为更直观更清晰地在海图背景上显示这些气象等值信息, 本文结合考虑与海图数据的裁剪以及配色融合, 提出一种水文气象要素等值线填充算法, 对水文气象要素等值线区域进行颜色填充, 并明显区分海图中的其他要素.

针对边界不规则且变动的情况, 本文提出一种基于海图背景的气象等值线填充算法, 该算法避免了复杂的判断过程, 配色方案简洁合理, 特别适合于等值线较少而边界线较多且复杂的情况^[8].

此外, 为避免气象等值线区域填充后遮挡海图的其他要素, 对于这些区域, 在具体算法实现时采用基于双缓冲机制的半透明填充方式. 这样, 既可以清楚地显示气象等值信息, 又可同时保留海图的原有信息.

4 实际显示效果

系统可给出的不同颜色代表的风区为 6 级、8 级和 10 级以上大风范围; 不同颜色代表的海浪区给出的是 2 m、4 m 和 6 m 以上的大浪区; 海流以不同长短的箭头给出 1kn、2kn 和 3kn 以上的范围; 风向、浪向、流向和海水温度情况默认为不显示, 但可通过选项予以可选择性显示^[9]. 大风区、大浪区和海流情况的显示效果见图 2—4.

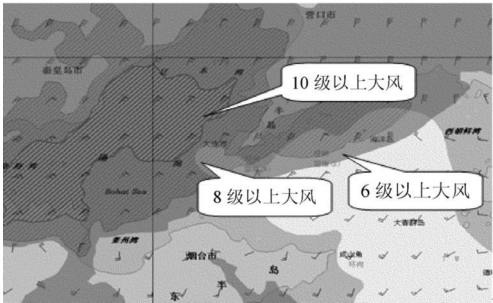


图 2 大风区的显示效果

Fig. 2 Example of strong wind area display

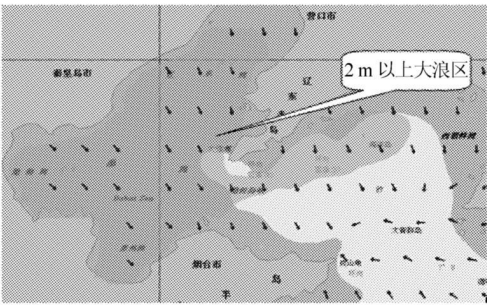


图 3 大浪区的显示效果

Fig. 3 Example of huge wave area display

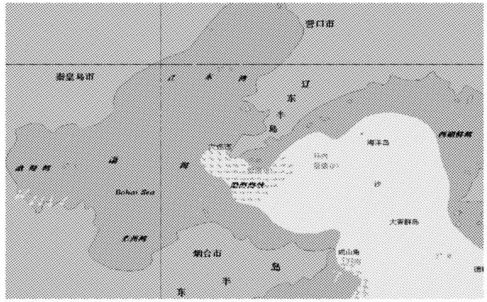


图 4 海流的显示效果

Fig. 4 Example of sea current display

示了当时的风浪场中标出你的船位, 再标出预计航线和航线终点. 然后, 按下航线模拟按键, 就可以显示每一小时的船位及同时刻的风、浪、流的情况.

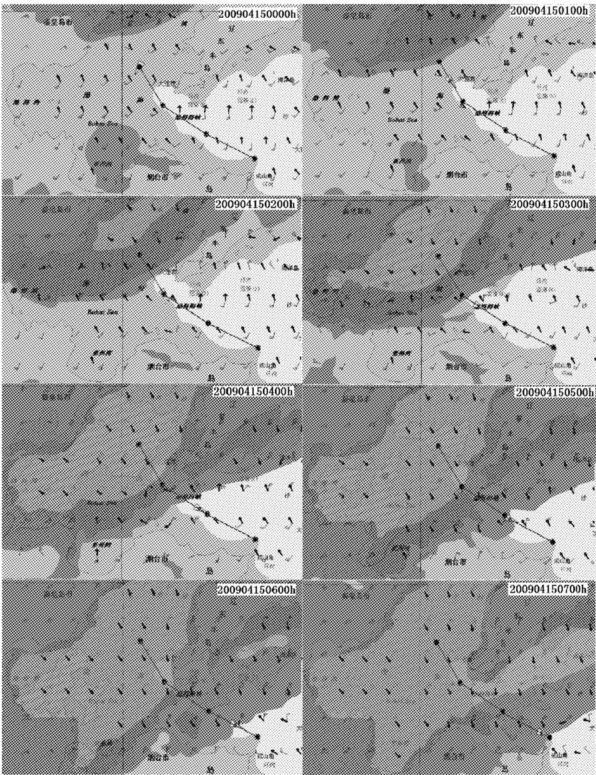


图 5 实际显示效果图

Fig. 5 Example of actual display

实际使用时, 可首先调出预计的起航时间, 在显

图 5 为 2009 年 4 月 15 日某船在渤海海峡一段航程中, 自当日 0000 h (北京时间) 起, 逐小时一次的船位和相应时刻的风、浪场情况. 从图 5 可以清楚地看到, 该轮自 15 日 0000 h 起, 一直处于大风区和大浪区的前面, 直至 15 日 0500 h, 逐渐进入 6 级大风范围内; 0700 h 以后可能进入 8 级大风区; 但一直没进入 2 m 以上大浪区范围内.

图 5 的显示结果可使船舶安全管理人员和船舶驾驶员非常直观地预知未来航线上将要遇到的大风浪强度、大致遭遇时间, 以及将在怎样的大风浪区中航行的大致时间长度. 这对于做好大风浪航行准备、保障船舶航行安全具有很好的指导作用.

5 结 语

本文开发的基于 ECDS 的船舶—大风浪区动态显示系统, 有助于船舶安全管理人员和船舶驾驶员直观地预先了解未来航线上大风浪情况, 对做好大风浪航行准备、保障航行安全具有较高的实用价值.

参考文献 (References):

- [1] 刘渐道, 张英俊, 朱博麟, 等. 基于网络电子海图的海洋气象信息服务系统[J]. 中国航海, 2011, 34(1): 79—82.
LIU Jian-dao, ZHANG Ying-jun, ZHU Bo-lin, et al. Marine meteorological information service system based on web electronic chart[J]. Navigation of China, 2011, 34(1): 79—82. (in Chinese)
- [2] 刘大刚, 王德强, 吴兆麟. 船舶绕避热带气旋安全经济决策模型[J]. 交通运输工程学报, 2006, 6(2): 94—98.
LIU Da-gang, WANG De-qiang, WU Zhao-lin. Safety-economic decision making model of tropical cyclone avoidance routing on ocean[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2006, 6(2): 94—98. (in Chinese)
- [3] 章国材. 美国 WRF 模式的进展和应用前景[J]. 气象, 2004, 30(12): 28—32.
ZHANG Guo-cai. Progress of weather research and forecast (WRF) model and application in the United States[J]. Meteorology Monthly, 2004, 30(12): 28—32. (in Chinese)
- [4] 陈永义, 俞小鼎, 高学浩, 等. 处理非线性分类和回归问题的一种新方法 (I)——支持向量机简介[J]. 应用气象学报, 2004, 15(2): 345—354.
CHEN Yong-yi, YU Xiao-ding, GAO Xue-hao, et al. A new method for non-linear classify and non-linear regression I: introduction to support vector machine[J]. Quarterly Journal of Applied Meteorology, 2004, 15(2): 345—354. (in Chinese)
- [5] BREWSTER K. Recent advances in the diabatic initialization of a non-hydrostatic numerical model. Preprints[C] // Preprints, 21st Conf on Severe Local Storms/15th Conf on Numerical Weather Prediction. San Antonio, TX, Amer. Meteor Soc, 2002, J51—J54.
- [6] XIAO Q, KUO Y, MA Z, et al. Development of the WRF adjoint modeling system and its application to the investigation of the May 2004 McMurdo Antarctica severe wind event[J]. Mon Wea Rev, 2008, 136: 3696—3713.
- [7] 刘翔飞. 船舶—大风浪区动态标绘及安全评价系统的研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2009.
LIU Xiang-fei. Research on ship—heavy sea area dynamic display and safety evaluation system[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2009. (in Chinese)
- [8] 刘涛. 海上救助辅助决策基础平台的研究与开发[D]. 大连: 大连海事大学, 2011.
LIU Tao. Research and development on maritime rescue decision support basic platform[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2011. (in Chinese)
- [9] 李康. 救助船在大风浪中的安全性评价及选用的研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2011.
LI Kang. Research on risk evaluation and optimal route selection of rescue ship on heavy sea[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2011. (in Chinese)